

房屋營造圖解

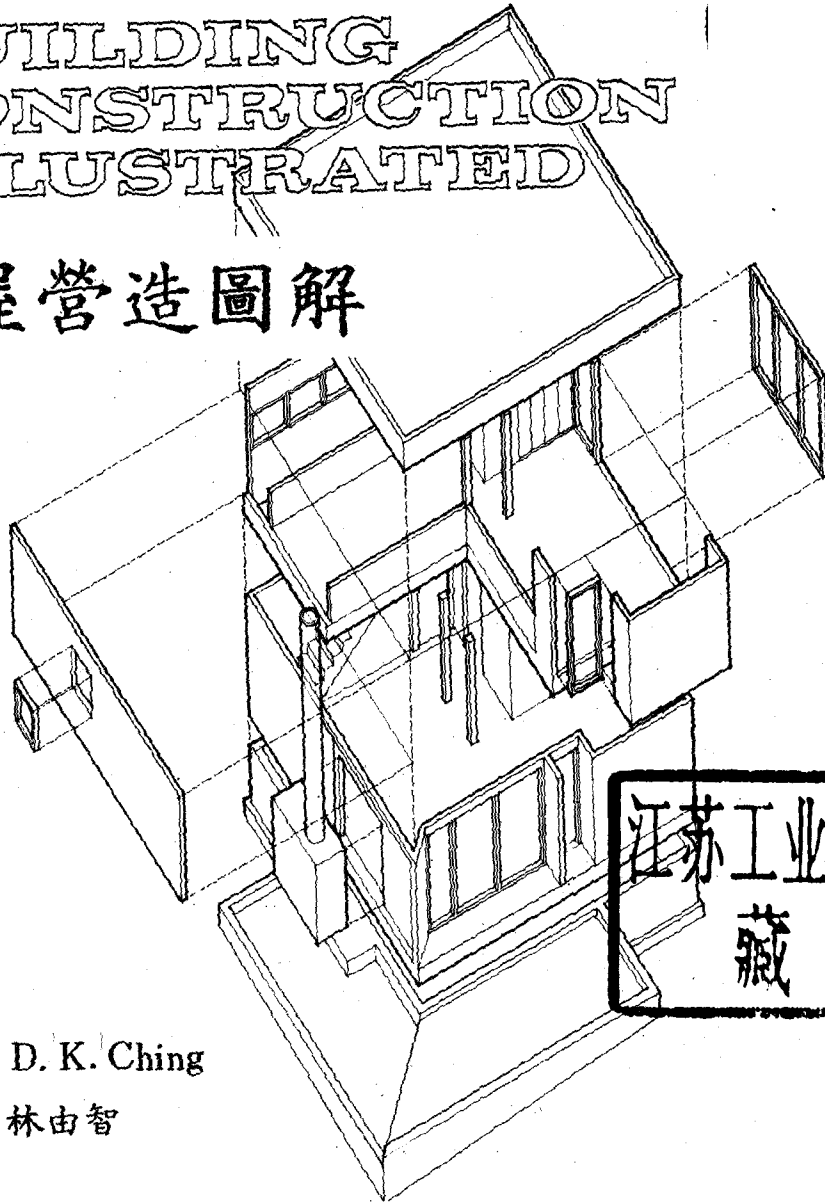
原作者：D. K. Ching

譯述者：林由智

科技圖書股份有限公司

BUILDING
CONSTRUCTION
ILLUSTRATED

房屋營造圖解



江苏工业学院图书馆
藏书章

原作者：D. K. Ching

譯述者：林由智

科技圖書股份有限公司

目 錄

	前言	2
1	建築基地	5
2	建築物	19
3	基礎系統	39
4	樓板系統	59
5	牆壁系統	89
6	屋頂系統	133
7	門與窗	151
8	防水、防潮與隔熱	177
9	特殊構造	199
10	粉刷裝修工程	223
11	機械與電力系統	247
12	材料的說明	271
	附錄	295
	索引	309

前 言

本書用圖來輔助說明建築營造法的原則與建築物單元（組件）如何組構及其背後隱藏的理論基礎。並闡釋結構系統與建築材料及依據實體的尺寸，空間的虛實關係，門窗樣式、色彩、紋理質地、建築物與基地的關係等如何影響建築物的造型與意象。

本書依據建築物主要單元分為 12 章。首先敘述建築基地與決定建築物位置與方位前所須考慮的因素，然後簡單描敘建築物主要單元及單元間的關係。接下去即一一分章詳細說明各主要單元的構築、施工及與其它單元的組構方式。最後一章與附錄則為建築材料與空間規劃的參考資料。

當然在一本書內，不可能針對各種情況介紹全部的建築材料與營建技術。但本書所說明的建築物系統可應用於住宅與輕型構造物，並提供一些建築設計方法與營造法。建築物主要單元均依據其使用目的加以闡述，其型態、品質、強度與可用性等等均依有關廠商之出品與地方性條件而有差異。在使用建築材料時須參考廠商提供的材料規範與施工說明。

營造法與施工，若用圖來輔助說明，則更能讓讀者獲得清晰的概念。一些尺寸、數據等均隨科技的日新月異而有長足的進步與改變。然未改變者，則是其背後隱藏的理論基礎，此亦為本書所欲表達的主題之一。

為使讀者閱讀方便起見，英制尺寸或數據均另換算成公制。

- 括弧內數字以釐米 (mm) 為單位

例如 $2'' \times 4'' (51 \times 102)$ ，表示 2 英吋 \times 4 英吋，等於 51 釐米 \times 102 釐米。

- 若數字有 3 位小數，則表示以米為單位

例如 (3048) 表示 3048 釐米

(3.048) 表示 3.048 米

- 其它情況均附英制與公制的換算式

例如 $1 \text{ lb/ft}^2 = 4.882 \text{ kg/m}^2$

* 參看 A · 8/9 有關單位換算式的說明。

不論是設計或施工，為試驗建築材料或各單元系統的適切性及可用性所須考慮的因素如下所述。（本書所涵蓋的內容，亦可依這些因素加以分類）

材料

- 結構性質（如“結構”因素所示）
- 造型與尺寸特質
- 視覺特質：色彩、樣式、質地
- 耐久性：
 - 抵抗風吹、日曬、雨淋等物理的侵蝕。
 - 抵抗潮氣或化學作用的腐蝕。
- 表面裝修與維護的要求
- 物理性質
 - 重量與密度
 - 熱膨脹與傳導性
 - 滲透性
 - 耐火性
 - 隔音效能
- 製造與供應方式

結構

- 造型與幾何型態：線型、平面型、三度空間型態
- 基礎、承載、與支承的要求
- 承受的作用力與應力
 - 種類 拉力、應力、剪力
 - 方向 垂直向（向上或向下），側向、斜向
 - 分佈狀態 均佈荷重或集中荷重。
 - 荷重種類：靜荷重、活荷重、風力荷重、地震荷重、衝擊荷重、動荷重（相對於靜荷重而言）
- 所用材料的
 - 強度
 - 剛度或剛性
 - 彈性
- 接合種類
 - 對接、搭接、樁接
 - 接頭可為平頭或凸頭
- 對挑伸、懸吊式構造與開口等的結構要求

構築

- 欲組構的構材數目與尺寸
- 模距尺寸的使用與配合
- 接合方式與接頭：除對接、搭接、樁接外，另以下列方式補強之。
 - 金屬繫件（鐵釘、螺絲釘、螺栓、鉚釘、夾箍等）
 - 焊接
 - 以黏著劑接合
- 所須的設備與工具
- 組構的地點：工地現場或在工廠先組構
- 部份構造的標準化與預製化：依須要或方便而定。
- 組力、建造過程：各項工作的配合、構築時間，所須的施工技術等等。

房屋營造圖解

- 結構體的配屬
- 對下列的控制
 - 熱流—熱流的傳導性、反射性與材料的隔熱性。
 - 熱膨脹性
 - 氣流—滲透性與通風
 - 水
 - 氣態：凝結的控制
 - 液態：滲透性
 - ：防水／防潮的要求
 - 固態：防止冰雪的凝結與堆積。
 - 防火時效與吸音效能
 - 造型與整個結構體的深度、寬度。
 - 機械設備、分配與供應系統的容納方式
- 一般性因素
- 必須具安全、舒適、健康與衛生要求
 - 適用且經濟（指開辦費和維持費）
 - 符合建築法規的規定。

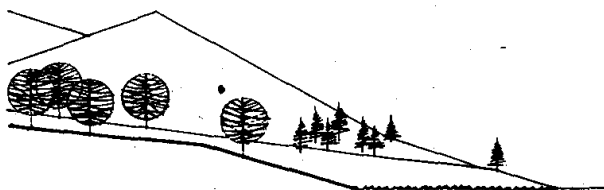
建築基地

1

一棟建築物在設計及建造之前，需詳細考慮建築基地及與各種實質環境的關係。基地的地理位置、地形、氣候、方位、及周遭的環境等等因素均會影響整個建築物的造型、其與地平面的關係、方位及室內空間的設計與配置。上述的各種因素對建築物結構、材料、及施工法的選擇亦有影響。若建築物在基地上配置正確，則有助於自然採光、冷熱、視界、噪音及其它各種物理環境的控制，而住戶亦能居住於健康、舒適的環境裡。

1.2 影響建築基地的各種因素

地理因素



土壤 各種土壤影響：

- 建築物基礎的形式及大小
- 地表及地下水的宣洩排除。
- 植物的類型

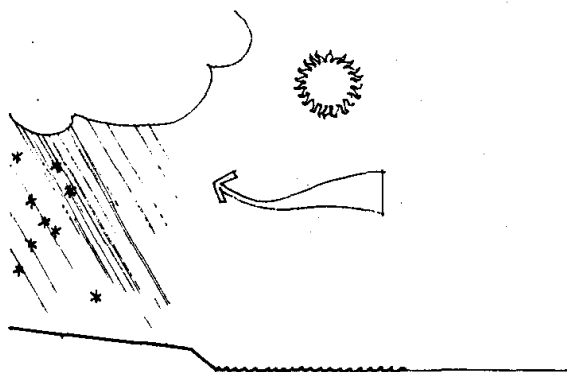
地形 土地形態及地表坡度影響：

- 建築物基礎形式
- 建築物造型及與地平面的關係
- 基地的排水
- 基地的物理環境：風，溫度，陽光等等。

植物 植物的類型及位置影響：

- 基地的物理環境：陽光，風，溼度，氣溫及空氣之潔淨度。
- 視野：空間的界定及視覺的屏障。
- 聲音的傳遞。

氣候因素



下列的氣候因素均影響建築物造型，方位，構造及建築材料的選擇。

太陽 太陽是：

- 陽光，熱能
- 自然光綫，等的來源。

風 風向及速度影響：

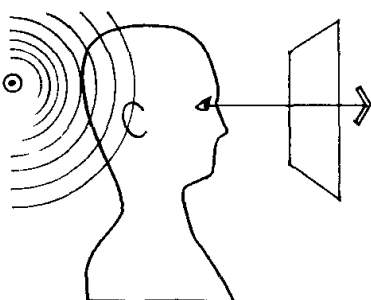
- 對建築物的滲透：熱能的損失或獲得。
- 室內空間及室外庭院的通風
- 對結構體的水平負荷。

雨量 雨量與雨勢影響：

- 屋頂形狀及構造及對結構體的負荷。
- 基地排水及建築材料的選擇。

氣溫 上述的氣候因素：太陽，風，雨量均影響氣溫及溫度的舒適。

知覺因素



視野 對視野的詳細研究將有助於下列的決定：

- 建築物造型及方位
- 建築物的開口（門及窗）
- 景觀配置上所栽種的植物類型

聲音 音量、音質及聲源影響：

- 建築物的配置及方位
- 建築材料的選擇及施工法。
- 控制聲音方式的類型。

實際上，所有建築物均靠土壤來支承，而其結構整體性則依土壤類型及土壤在荷重下的強度而定。

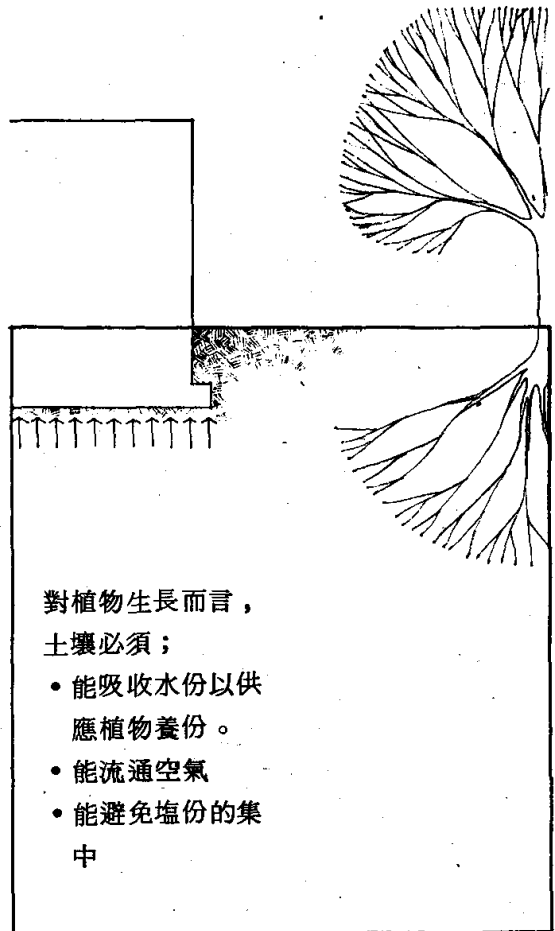
荷重下的土壤強度與土壤的抗剪力，內部的摩擦及黏着力有關。土壤強度是以土壤的壓縮力或承載力 (bearing capacity) 來衡量單位是 lbs/ft^2 。(參看下表)。

基礎及基脚須能把建築物荷重均勻的傳佈到土壤上，且不超過土壤的承載力。若土壤承載力大，則建築物安全性沒問題，若土壤承載力小，或土壤不穩定，則須藉助各種工程技術(如打基樁)或設計擴大基脚來解決。(參看 3.2/3)

在寒帶，冰雪的寒凍及凍融現象，均會促使地層上湧 (heaving) 及使建築物基礎或結構體承受應力而破壞。這種現象須視土壤類型及基地位置而定。無論如何，建築物基脚須置於冰凍綫 (frost line) 以下。

土壤的排水亦須考慮，須使地表及地下水均能排離建築物及其周圍，以避免：

- 降低土壤的支承力。
- 水份滲入室內。
- 濕氣對建築材料的損害。



對植物生長而言，
土壤必須；

- 能吸收水份以供應植物養份。
- 能流通空氣
- 能避免塩份的集中

下表僅做為一般性的參考。基地土壤事實上都由各類型土壤組成。依地區不同，應參考當地法規對容許土壤承載力的規定。當有疑問或有特殊的支承荷重時，則最好聘請土壤專家做土壤鑽探及試驗分析。

土壤類型	土壤承載力	冰凍現象	排水
緊密，部份膠著的礫石或砂，帶少量或細料的優良級配	20,000 lbs/ft^2 (97 640) kg/m^2	無	良好
緊密礫石，礫石與砂的混合	12,000 (53 504)	無	良好
緊密粗石，鬆礫石，乾硬黏土	8000 (30 066)	輕微	尚可
鬆粗石，緊密細砂，鬆砂與礫石的混合	6000 (20 292)	輕微	尚可
鬆細砂，堅硬乾黏土	4000 (19 530)	嚴重	尚可
軟黏土，軟性斷裂頁岩	2000 (9 764)	嚴重	不良
有機土壤	不適於基礎		

(1 $\text{lb}/\text{ft}^2 = 4.882 \text{ kg}/\text{m}^2$)

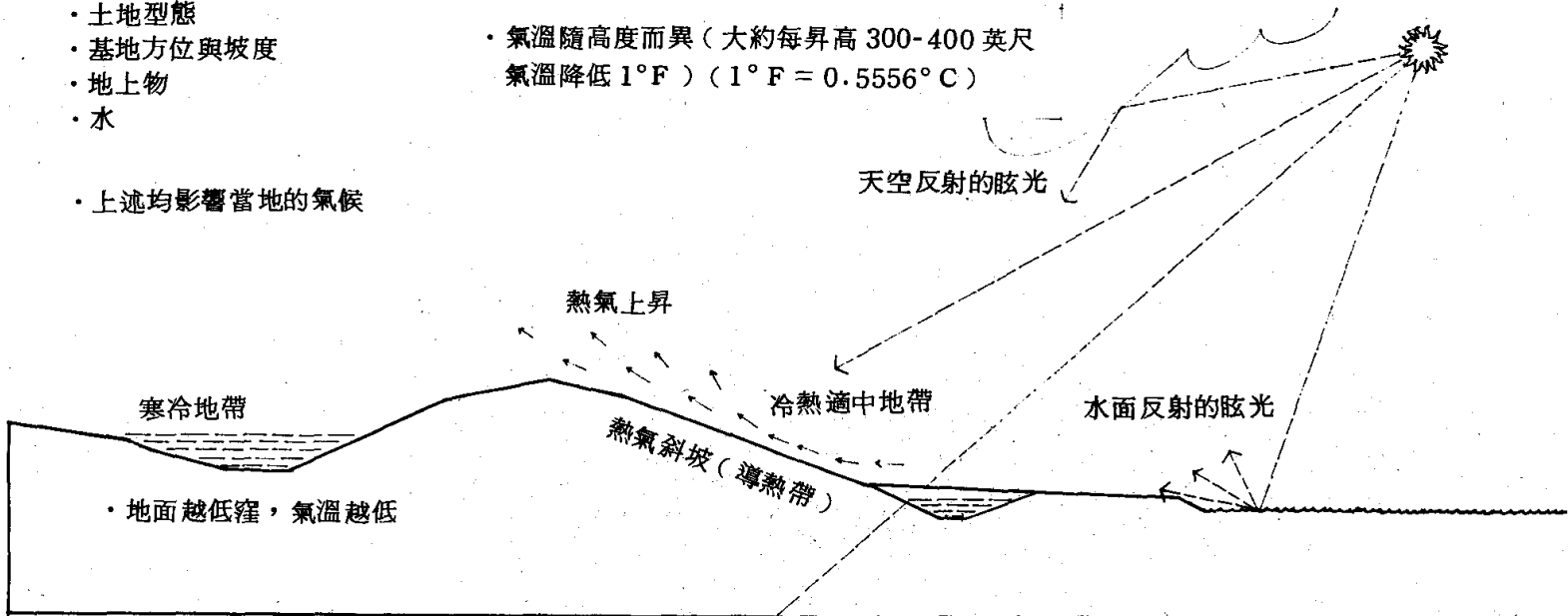
水，土壤顆粒的不同，及土層位置均是決定土壤承載力的重要因素。

1.4 地形與氣候

- 地面高度
- 土地型態
- 基地方位與坡度
- 地上物
- 水

• 上述均影響當地的氣候

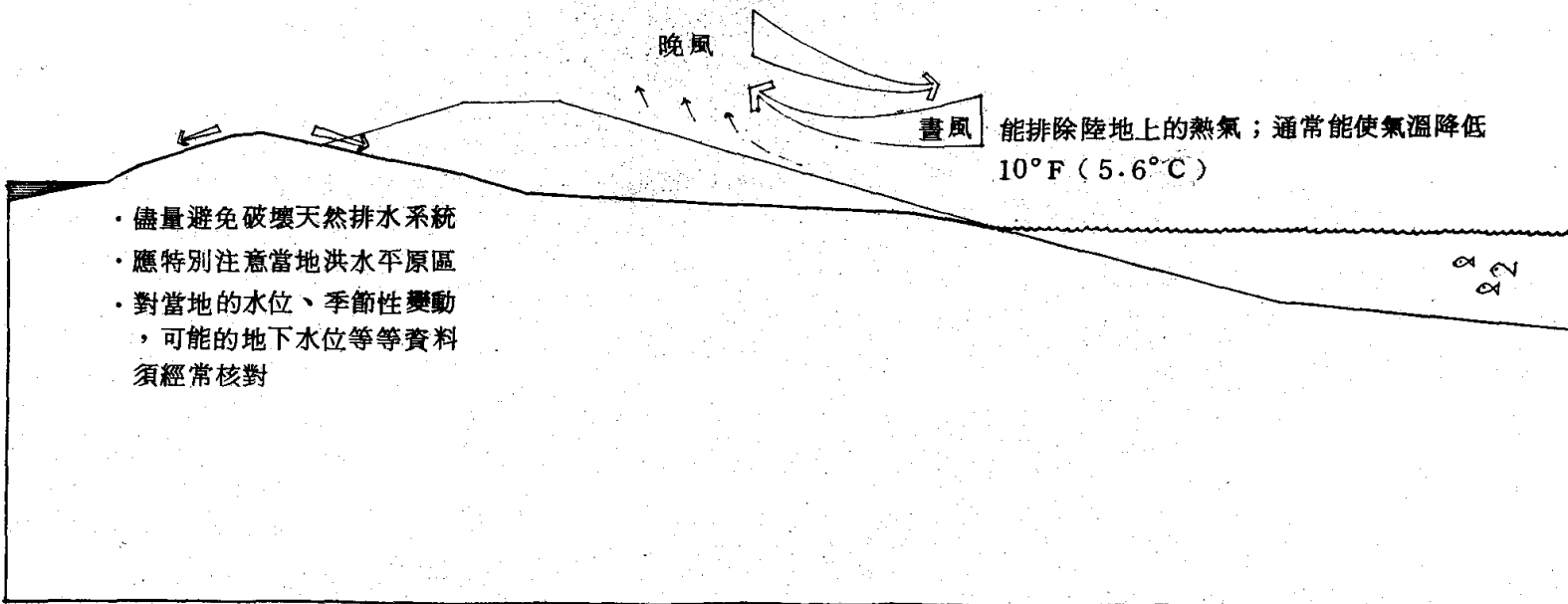
- 氣溫隨高度而異 (大約每昇高 300-400 英尺氣溫降低 1°F) ($1^{\circ}\text{F} = 0.5556^{\circ}\text{C}$)



地面若種些草皮或植物，則因其吸收及散發限光熱能而使氣溫降低

- 堅硬表面易使氣溫昇高
- 光亮表面能反射陽光而黑色表面則吸收限光的熱能

- 水，可貯藏熱能，並能調節氣溫的變動。
- 冬天，水溫通常比陸地高些。夏天，水溫則比陸地低。
- 白晝，水溫通常比陸地低。夜間則比陸地高，並能帶來陣陣微風。
- 上述調節氣溫的功能須視水深，水表面積的大小而定。



- 儘量避免破壞天然排水系統
- 應特別注意當地洪水平原區
- 對當地的水位、季節性變動，可能的地下水位等等資料須經常核對

陡坡：結構體可能是

- 立於墩柱上，以避免破壞原有的地平面
- 依斜坡做成階梯形或挑出陽台
- 深入斜坡內，以減少建築物剖面

• 結構體須能承受垂直上方的土壓力

- 須使用擋土牆
- 挖填土方約略相等

- 點荷重
- 須有良好的地面及地下排水系統。並須在地面多種些草木，以避免土壤的浸蝕流失
- 不能超出各類型土壤的自然安息角 (natural angle of repose)

緩坡：結構體可能是

- 立於墩柱上

- 深入斜坡內

點荷重

線或面荷重

平坦地面：結構體可能是

- 立於墩柱或基樁上

- 立於土台上

- 立於壕溝及土堤上

- 水面上的結構體須由深入水面下之基樁束支承

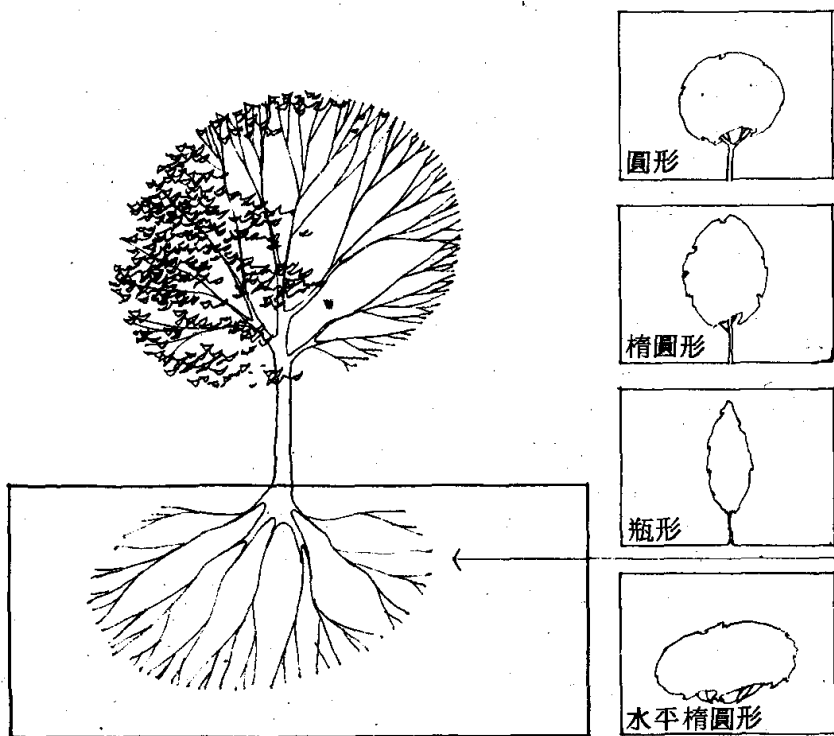
- 基樁不止使結構體立於地面上，且能在不造承載建築物的土壤狀況下支承其結構體

- 土台有助於地面水的宣洩排除

- 須核對水位季節性變動及可能的地下水位，以免結構體下層遭受水患

- 壕溝四周的土堤可做為人行步道

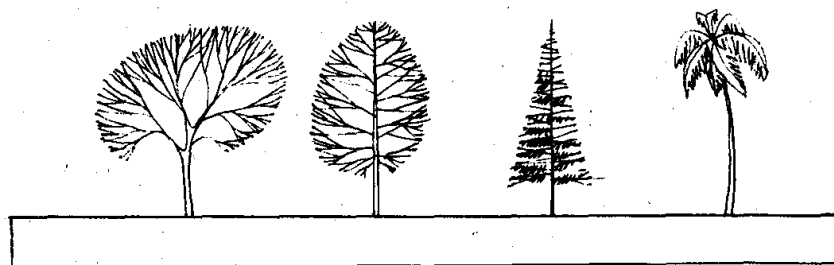
1.6 植物



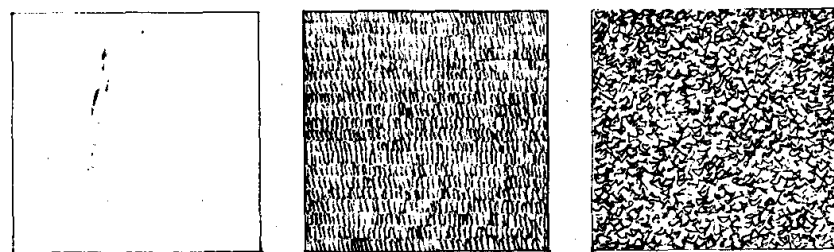
景觀配置上，選擇及栽種各種植物，樹木的考慮因素是：

- 葉簇 (foliage) 的整體造型，密度及顏色。
- 可能生長的高度及擴展面
- 生長的速度或速率
- 根部的大小及深淺
- 土質，水份，陽光，空氣及氣溫
- 一般性要求。

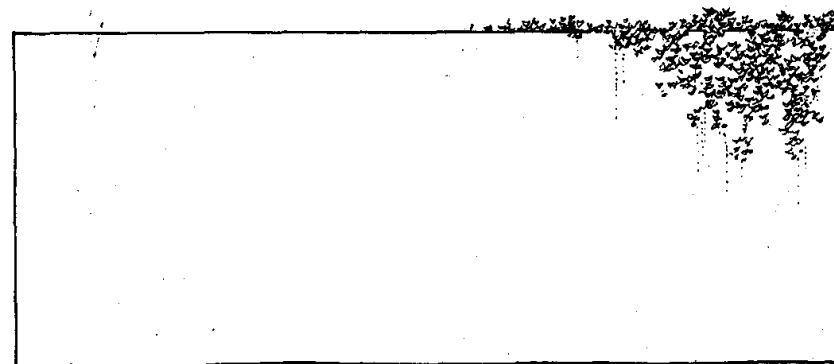
- 樹木若太密集，則由於其根部的擴展可能影響建築物的基礎。
- 同樣地，樹木根部亦可能影響位於地下的機械及管道系統。



- 植物的形態及生長因其所處地區的不同而有差異，建築物設計或建造亦須有同樣的考慮。



- 地面種植草皮及植物：
- 因吸收陽光熱氣及其發散過程而降低氣溫。
 - 有助於土壤穩定及避免浸蝕。
 - 增加空氣及水份對土壤的滲透性。



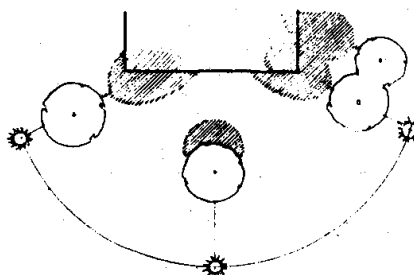
- 同樣地，葛藤類 (vines) 因其影子而減少牆面因直接受陽光照射所傳導的熱量，並因其發散過程而降低四周的氣溫。

樹木對建築物四周環境的影響如下：

• 提供陰影

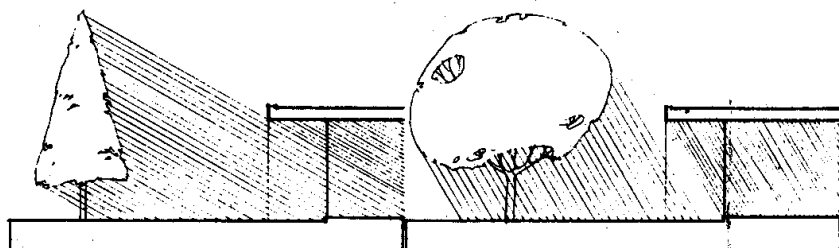
陰影的多寡取決於樹木的：

- 相對於太陽的方位
- 與建築物的距離
- 形狀，擴展性及高度
- 葉叢密度及樹枝結構型態
- 落葉樹在夏天能提供陰影及抵擋眩光，冬天陽光則能透過樹木。
- 長青樹經年能提供陰影，在冬天則能減少因雪反射的眩光。



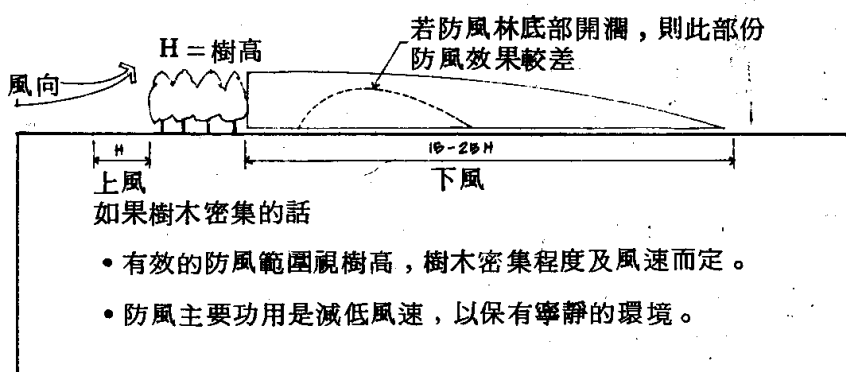
- 因早晨及傍晚太陽位於較低緯度及投射的陰影較長，故樹木最好位於建築物的東南或西南向。
- 當日正當中時則向南的樹木能投射較有效而短暫的陰影。

• 減少因天空，地面及冬雪反射的眩光（參見上述）



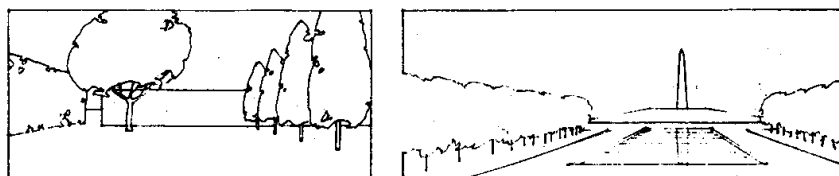
• 防風（擋風）

- 葉叢能減少風揚起的灰塵
- 長青樹在冬天能有有效的防風，且能降低建築物熱能的損失。
- 吸收陽光的輻射熱，且能經由其發散過程而降低四周氣溫
- 過濾空氣及風中的灰塵，雜質。
- 有助土壤的穩定，增進其對空氣及水的滲透性，並避免土壤的侵蝕。

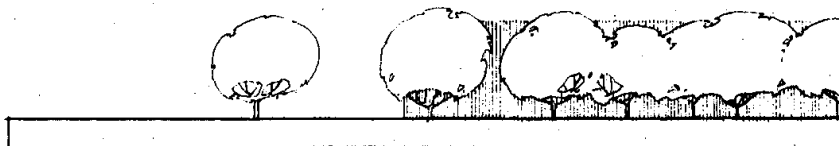


- 有效的防風範圍視樹高，樹木密集程度及風速而定。
- 防風主要功用是減低風速，以保有寧靜的環境。

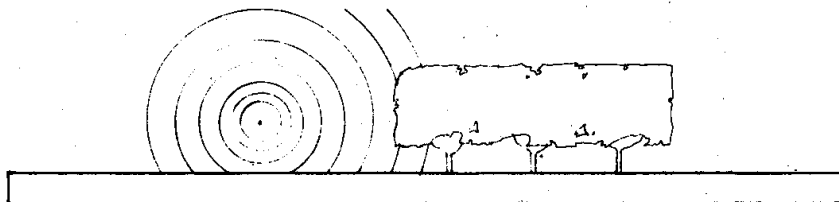
• 空間的界定及視野的導向



• 提供視野的屏障及保有私密性。



• 減少聲音在空中的傳遞



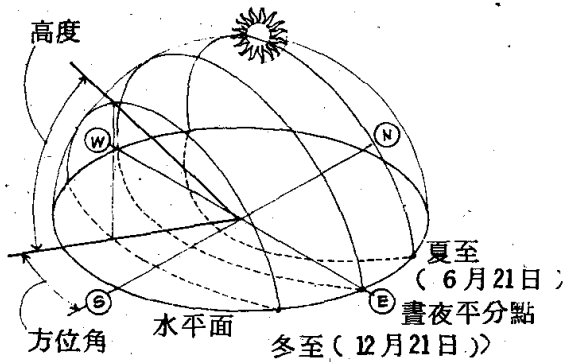
1.8 太陽

建築物的位置，方位及造型均須詳加考慮，以便從陽光中得到熱能，衛生及心理上等各種益處。

陽光——獲得熱能的主要來源；是否有益，須視建築物基地所在的地區而定，而對陽光的控制則為主要的因素。當須要陽光時，應讓陽光直接射進建築物內；若不須要時，則可利用各種遮陽設備阻擋之。（參看下頁）。若欲用太陽能做為能源，則建築物表面的方位更顯重要（*參看 11.24）


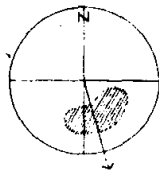
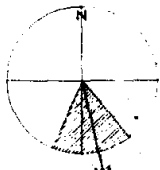

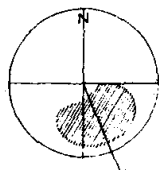
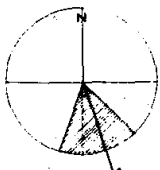
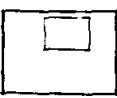
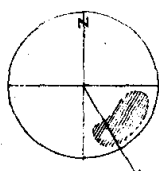
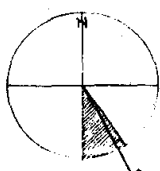
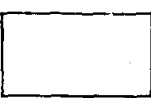
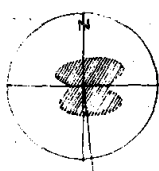
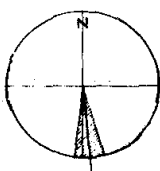
若欲自然採光，則太陽位置影響建築物室內空間的配置、方向，及窗戶開口的位置及尺寸。（*參看 11.21）

太陽在空中的路徑、方位，隨季節及基地所在緯度而異。在計算太陽熱能的獲取及設計遮陽設備時，須先求出太陽的高度及方位角。

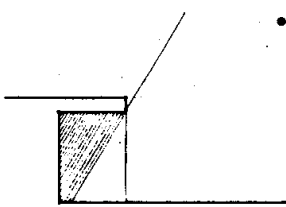
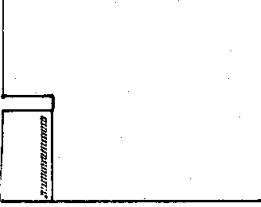
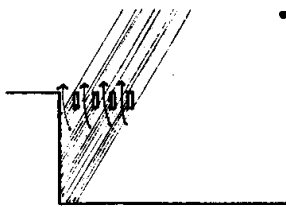
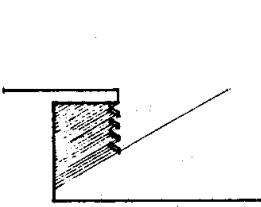
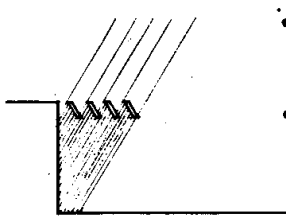
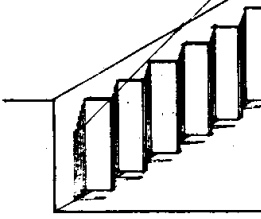
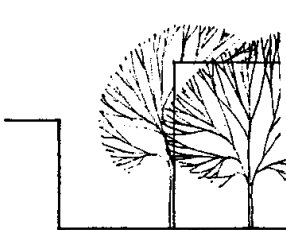
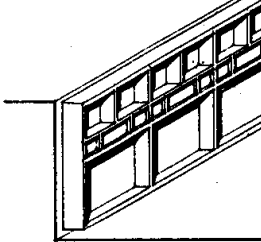


下表主要適用於單棟建築物。此資料亦須配合其它的須求。

決定建築物造型，位置及方位時，其目標是維持陽光熱量過多及熱量過少間的平衡，即決定吸收陽光產生的熱量最適當的時間。建築物長向儘可能座北朝南。東、西向通常是多涼夏暖，應儘量避免此種方位的配置。

最適宜的形狀	位置	一般目標	方位
 儘量利用表面積最小的形狀。		寒帶 • 增加太陽熱能的吸收 • 減少熱能因輻射、傳導及蒸發的損失 • 設置防風設備	
 應適當的延伸其東西軸向。		溫帶 • 依據季節的不同，熱能獲取須與遮陽設備相互平衡。 • 風：在熱天須考慮空氣的流通，冷天須考慮防風設備。	
 封閉型態；若建築物圍以水池則最好不過了。		乾 - 熱地帶 • 減少太陽因輻射及傳導而獲得的熱能。 • 利用發散作用（例如植樹或涵養水源）降低氣溫。 • 設置遮陽設備	
 儘可能延伸其東西軸向，以避免陽光多照射建築物的東西向。		濕 - 熱地帶 • 減少太陽輻射而獲得的熱能 • 利用風向來散發熱能。 • 設置遮陽設備	

遮陽設備 (Solar shading device) 功用是避免建築物表面及室內空間受陽光直接照射。其效果端賴其位置, 方位及形狀而定。室外的遮陽設備比室內者有效, 蓋其直接阻擋陽光以免直射建築物表面。以下是圖示一些基本的遮陽設備, 其方位, 形狀, 材料及構造, 端賴各種特殊情況而有差異。室外遮陽設備的視覺效果 (例如, 空間特質, 組合, 韻律, 色彩, 光影效果等等) 與建築物表面有密切的關係。

 <p>桃簷</p> <ul style="list-style-type: none"> • 座北朝南時, 水平挑簷對遮陽最有效 	 <p>帷幔 / 玻璃</p> <ul style="list-style-type: none"> • 屏風及帷幔依其顏色及反射性而有降低 50% 以上輻射熱的效果 • 吸熱玻璃能吸收 40% 以上的輻射熱。
 <p>水平遮陽板</p> <ul style="list-style-type: none"> • 與牆面平行的水平遮陽板有利靠牆面空氣的流通且減少因傳導所獲得的熱能。 	 <p>懸吊式遮陽板 (hung louvers)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 懸吊式遮陽板主要用來抵擋低角度的陽光 • 可能阻碍視野。
 <p>水平傾斜式遮陽板</p> <ul style="list-style-type: none"> • 水平傾斜式比上述的水平遮陽板更有效。 • 傾斜的角度視各地區太陽的高度而定。 	 <p>垂直遮陽板</p> <ul style="list-style-type: none"> • 建築物東西向儘量採用垂直遮陽板。 • 應能依太陽的位置而調整遮陽板角度。 • 應與牆面隔離, 以減少因傳導所獲得的熱能。
 <p>樹木 / 鄰屋</p> <ul style="list-style-type: none"> • 樹木及鄰屋依其與建築物的鄰近程度、高度及方向而有不同陰影的遮陽效果。 	 <p>蛋箱形遮陽板 (egg crates)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 由水平及垂直遮陽板共同組成的蛋箱形遮陽板, 其遮陽面相當大。 • 適合於熱帶氣候。

因建築物外牆及屋頂是主要遮陽的單元, 故須依據其使用材料的反射性及熱傳導性來慎選其材料。材料的反射性依其顏色與質地 (texture), 淡色且表面平滑較暗色、表面粗糙的材料能反射更多的輻射熱。有效的隔熱材料通常有一空氣夾層 (air space)。大塊的, 結實的材料, 諸如圬工構造能吸收及貯藏熱能一段時間, 故能延遲熱能的傳導。(參看 8.14/15)

1.10 風

風向，速度及溫度均是建築基地所須考慮的重要因素。在炎熱時期，須有適當的通風來散發熱氣。在寒冷時期，須有適當防風設備或儘量避免寒風吹入建築物內，以使熱能損失最小。

有關風的季節性及每日的變動均須詳加考慮其對建築物潛在的影響。例如在溫帶，夏天須考慮適當的通風，冬天則須有防風設備，而風向常依季節性而變動，故對風的控制須能達到上述兩項目標。

防風措施主要是減低風速。有效的防風範圍視樹高、樹木密集程度、形狀，方位及風速而定。土堤，樹林或結構體均能用來防風。



建築物的自然通風是因氣壓及溫度的差異所產生。建築物的幾何形狀比空氣速度更能影响氣流的移動方式。

- 出口位置不改變氣流移動方式。
- 出口位置須較高，以便上昇的熱氣逸出。
- 出口面積須大於或等於入口，以使最大氣流流通。
- 室內隔間及大型傢俱可能影响氣流的移動方式。

• 屋頂挑簷能增加氣流的流入。

• 窗戶挑簷導致氣流向上移動，則不太適當。

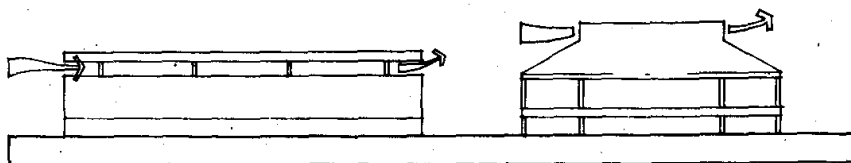
• 挑簷的間隙平衡其室外的氣壓。

• 遮陽板或百葉窗能控制氣流方向，但可能阻擾氣流的流進。

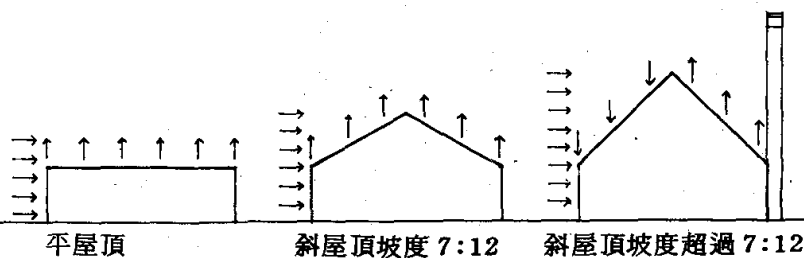
• 較低的入口把氣流引進起居室。
• 冷空氣較易進入。

• 較高入口導致氣流向上移動。起居室則通風不良。

封閉式屋頂及穴室的通風，在寒冷時期有助氣流的凝結（保溫），在炎熱時期則減低對熱量的吸收。

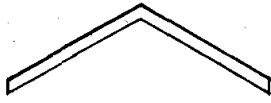


風對建築物的平屋頂，坡度 7:12 的斜屋頂或坡度超過 7:12 的下風斜屋面產生側向負荷（壓力）及上揚力（風昇力）。（uplift force）

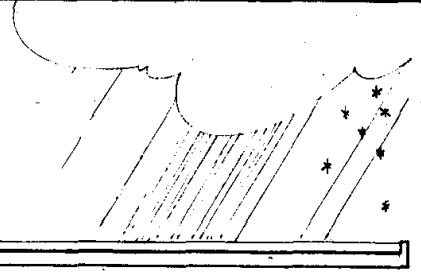




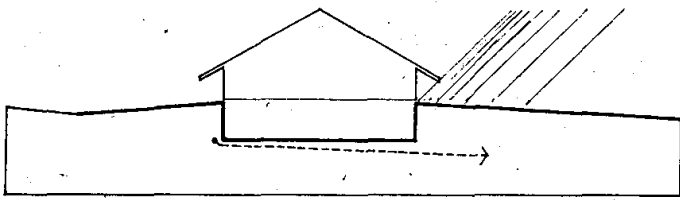
• 陡坡斜屋頂最容易宣洩排除屋頂上的雨水及冰雪。



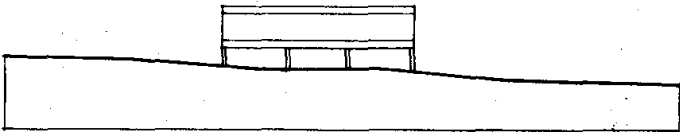
• 緩坡斜屋頂亦容易排除屋頂上的雨水及冰雪。



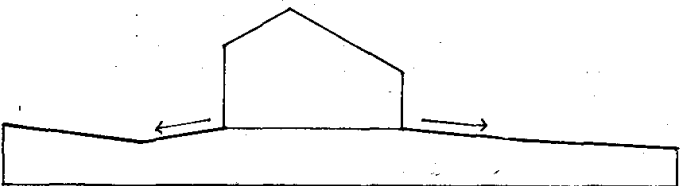
• 平屋頂必須在其四周裝設排水設備。
 • 在乾-熱地帶，常在屋頂上積存雨水，但此種荷重須考慮進去。
 在寒帶，平屋頂承載積雪荷重；積雪層亦可視為附加的防冷絕緣體。



• 屋頂挑簷可避免建築物牆面受陽光，雨水等等的浸蝕。

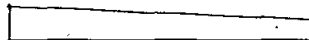


• 若有地下水時，建築物在地底下的部份，須有防潮及防水設備。
 • 地下水須適當的自然排洩或導入排水井 (dry well)，以遠離結構體的基礎。



• 地面的天然排水系統最不影响建築物的基礎。

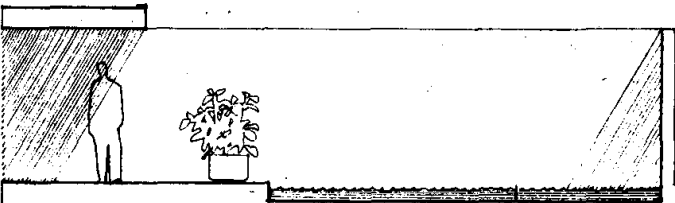
• 建築物四周地面做成斜坡，則能避免水份的滲入。
 • 為避免土壤浸蝕，地上覆蓋面坡度須 3% 以上，而地面坡度須 33% 以上。



• 種草皮或植樹地面坡度至少：2%
 (最好是 3%)



• 鋪面地面坡度至少：0.5%
 (最好是 1%)



• 水有調節四周環境氣溫的功能。
 • 在乾-熱地帶，即使一小池的水，在心理上或生理上均有散發熱氣的功能。
 • 必需防止水面反射的眩光。